

足利工業大学 正会員 上岡充男

足利工業大学 正会員 新井信一

足利工業大学 正会員 岩崎敏夫

1. まえがき

開水路流れの乱れの発生、拡散、消滅の機構は流れを支配する興味深い現象であり、種々研究されているが、その混沌さはいまだに全体像を明かしていない。この様な乱れの機構の解明作業に参加するべく、またそのためにはあらゆる角度から流れを見ることが必要であると考え、乱れ場解析システムを用意した。これは、二次元及び一次元のレーザー流速計、可視化画像処理装置、熱膜流速計等をイーサネットケーブルでワークステーションに接続したもので、各種装置間のデータの交換を可能とし、有機的な解析を試みようとするものである。

今回は第一段階として、システムを構成する各装置の性能と特性を把握するためもあり、点計測手法である二次元FLV流速計で開水路横断面の平均流速と乱れ度を計測し、一方では流れ場全体を見る方法であるレーザー可視化画像処理装置で、いわゆる内層内の縦渦の挙動を観測してみることとした。ここでは得られた結果の一部を報告するものである。なお、双方の装置ともレーザー光源はArイオンである。

2. 実験装置および実験方法

(1) 開水路横断面の流速計測： 実験に用いた水路は長さ18m、幅0.6m、深さ0.6mの変勾配開水路で側壁はガラスである。コンピュータでトラバースされる焦点距離300mmの二次元FLVプロープにより側壁から流速を計測した。計測断面は上流端より9.5m下流にあり、長さ水深をとったRe数で 8×10^4 と 4×10^3 の二種類の流れについて、図1に破線で示す範囲の速度を縦横1cm間隔で計測した。

(2) 縦渦の可視化： 実験に用いた水路は長さ3m、幅0.15m、深さ0.4mの塩ビ製開水路である。上流からフルオレセインナトリウムの水溶液を投入し、その時の乱れが流れ去った後に流れの観測を開始した。可視化断面は下流から0.6mで、レーザースリット光を底面から照射し、断面内の模様の変化の様態をCCDカメラでビデオに集録した。実験のRe数は600から4500の範囲である。

3. 実験結果

(1) 開水路横断面の流速： 図2に示すのは $Re = 8 \times 10^4$ の場合で、半断面の主流速度の平均($\bar{u}$)とその変動成分の標準偏差(u'_{rms})および上下方向速度成分の標準偏差(v'_{rms})である。平均の分布には側壁抵抗の影響による速度低下が明瞭に現れている。 u'_{rms} は v'_{rms} よりも断面内での変化が大きく、かつ側壁近く及び水面近くで比較的大きい値となっている。 v'_{rms} は u'_{rms} よりも断面内で一様があり、側壁近傍で少し大きくなる。この流れの対数則分布の速度勾配から定まる摩擦速度 U^* は断面幅方向に一様ではなく、中央ほど大きくなり、その平均値は 3.4 cm/s である。一方、エネルギー勾配法から求めた摩擦速度は 3.2 cm/s であった。

図3に、 $Re = 4 \times 10^3$ の時の u 、 u'_{rms} 及び v'_{rms} を示す。側壁の影響があまり見られないこと、並びに u'_{rms} は断面中央付近が大きくなっていることが分かる。速度分布から求められる摩擦速度は 0.13 cm/s であった。

(2) 縦渦の可視化： 写真1に可視化断面模様の一例($Re = 4330$)を示す。可視化断面は流れに対して 45° 傾斜しており、その面と垂直方向から撮影されている。

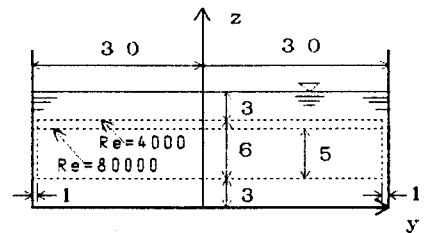


図1 流速計測断面(単位cm)

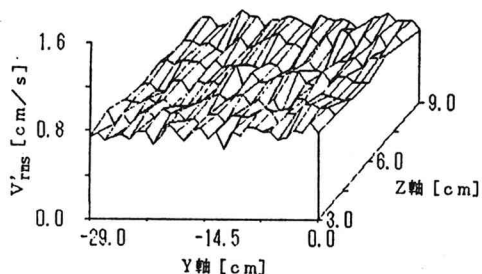
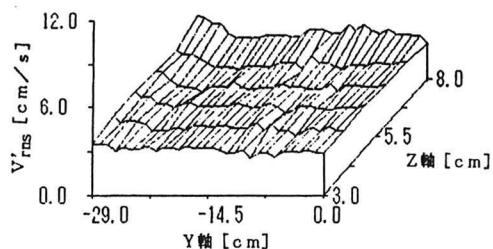
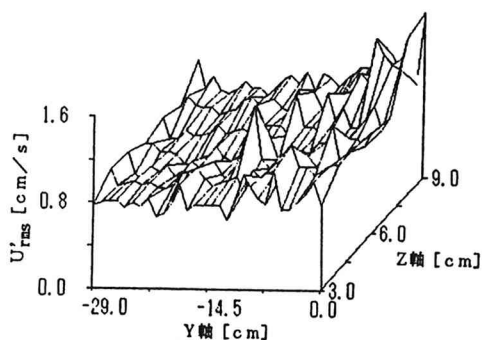
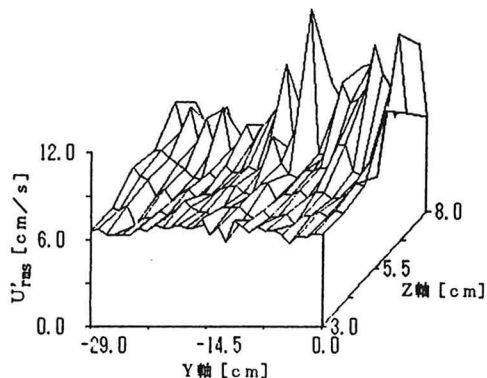
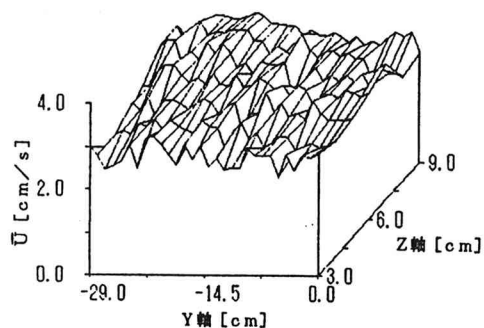
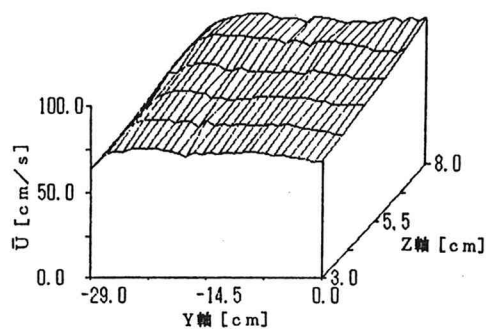


図2 断面内流速分布 ($Re = 8 \times 10^4$)

図3 断面内流速分布 ($Re = 4 \times 10^3$)

両側には側壁で反射した鏡像が写っている。観察の結果、縦渦は、 Re 数が約700から発生すること、渦対として出現した後徐々にその高さを減じて消えていくこと、低速縞を形成し、そこに周りから流れ込みがあること等、その特性の一部が分かった。

4. あとがき

今回は点計測と流場の可視化を別々に実施したが、今後は同時併

用により流れを調べていく予定である。なお、使用した乱れ場解析システムは文部省私学助成によるものである。また、実験の成果は本学卒業研究生の阿久津 学、小野 貴章、川浦 学、高橋 直行、福田 治の各氏のたゆまぬ努力に負うところが大きいことを付記する。

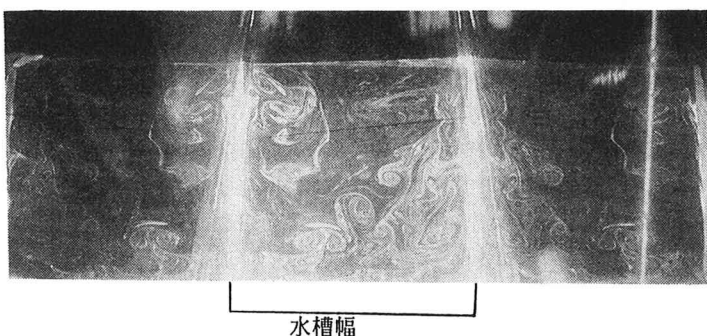


写真1 縦渦の可視化画像の例